

システム思考型モデルを用いたまちづくり政策の定量的評価*

Quantitative Assessment of Urban Renewal Policy by System Thinking Model *

秋山孝正**・奥嶋政嗣***

By Takamasa AKIYAMA**・Masashi OKUSHIMA***

1. はじめに

現在多くの都市で中心市街地活性化のためのまちづくり政策が実施されている。個別のまちづくり政策の将来的な有効性を検証することは難しい。現実的で効果的なまちづくり政策の検討のためには、各政策の有効性の定量的把握は重要な課題である¹⁾。

本研究では、都市活動モデルを構築し、まちづくり政策が都市活動に与える影響を実証的な面から定量的に分析する。具体的にはシステムダイナミクスの計算機技術面での拡張形である「システム思考型モデル」を用いて、まちづくり政策に関係する要素の複雑な因果関係を定式化する。すなわち都市経済活動の時間経過を踏まえた複雑系システムを構成する²⁾。これより、まちづくり政策実施に伴う都市活動の時間的波及効果を推定する。具体的には、岐阜市を対象として、まちなか居住の推進・中心部商業活性化・自動車抑制などのまちづくり政策の有効性を商業活動指標値の時間的推移として表現する。

2. まちづくり政策に関する現状整理

ここでは地方都市のまちづくりと都市活動についての現象整理を行い基本的な検討内容を整理する。

(1) 地方都市における中心市街地の現状整理

地方都市においては、急速なモータリゼーションに伴う郊外化による拡散的な都市構造が顕著である。地方都市の中心部は、現状においても都市機能が集積し、地域コミュニティの中心として重要な役割を担っている。しかしながら、近年、少子高齢化の進行等の問題を背景と

して、ドーナツ化現象による居住人口の減少、中心商店街の空き店舗の増加など商業機能低下と魅力減少から、中心市街地の機能低下が顕著である。一方、郊外部においては、居住人口の増加、モータリゼーションの進展に伴うロードサイドへの大規模小売店舗の多数進出が都市の拡散を助長している。本研究では、地方都市を「中心部」「周辺部」「郊外部」「市外部」の4地域に分類している。岐阜市の人口の推移を図-1に示す。岐阜市では全域の人口は微減傾向にあり、地域別には中心部が減少する一方で郊外部が増加傾向にある。

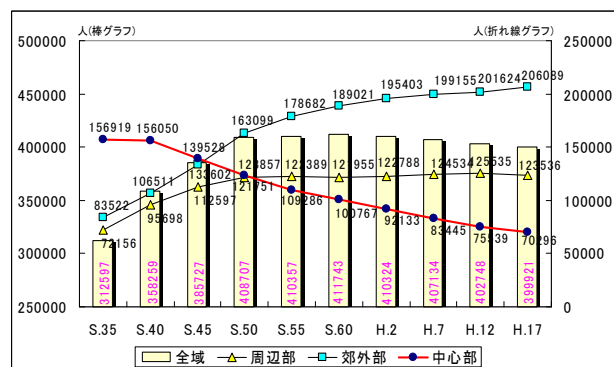


図-1 地域別人口の経年的推移

これらの動向は商業販売額を基本とする経年的統計からも明らかである。つぎに、図-2に岐阜市における地域別の小売業販売額の経年的推移を示す³⁾。

本図で示される問題点として、①岐阜市全体の商業販

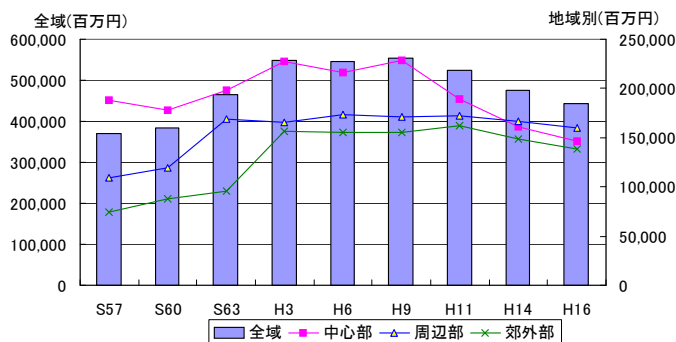


図-2 地域別年間小売業販売額の推移

*キーワード：中心市街地活性化、まちづくり政策、システム思考、都市活動モデル

**正会員，工博，関西大学環境都市工学部都市システム工学科（〒564-8680 大阪府吹田市山手町3-3-35，

TEL:06-6368-1193，E-mail: akiyama@ipcku.kansai-u.ac.jp)

***正会員，博士(工)，徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部エコシステム部門

売額（棒グラフ）は、平成3年をピークに減少している。上記のように、人口分布に関しては全域的には大きな減少は見られない。すなわち都市人口規模の変動は少ない。これに対して、岐阜市全体の商業的規模は減少している。②地域別の経年的変化については、いずれの地域においても、商業販売額は減少しており、なかでも中心部における減少は特に顕著である。

同様な傾向は商業店舗数の推移からも観測できる。図-3に、商業店舗数の経年的推移を示す。これより、岐阜市全体の商業店舗数が経年的に減少傾向にあり、このうち中心部における商業店舗数の減少が顕著であることがわかる。また、中心部での都市活動割合が減少し、中心市街地活性化の必要性が増大している。

つぎに、中心部の自由活動（買物・娯楽等）と来訪者年齢層を分析する。中心部自由活動の減少は、主として、①中心部居住人口減少、②中心部居住者の自由活動の郊外化に起因する。一方、周辺部・郊外部から中心部への自由活動来訪者ほぼ同程度で推移している。すなわち、中心部以外の地域から中心部に来訪する自由活動来訪数は、いわば固定的なものであり、経年的に大きな数量的変化はないものと考えられる。

つぎに、年齢階層別の都市活動を検討する。図-4に年齢層別の中心部来訪者を示す（全目的）。若年層（29歳以下）と40歳代までの中年者層は、ほぼ同様に経年的に減少傾向にある。これらは、①中心部の若年居住者の減少（少子化と関係）、②中心部での就業者数の減少（産業の郊外立地・モータリゼーションの影響）に起因すると考えられる。一方で、50歳以上の高齢者層では、中心部への来訪数は若干増加傾向にある。これは、①都市圏全体の高齢人口の増加、②高齢者のトリップ原単位の増加（高齢者は活動的になっている）に起因すると思われる。このようなことから、中心部においては、若年者層の減少が顕著であり、一方で高齢者層は中心部においては活動数の増加が見られる。

上記のように、中心市街地活性化が問題となる地方都市において、具体的なまちづくり政策が提案され議論されることが多い。しかしながら、個別政策の定量的評価に基づく検討は少なく、現実的な都市活動を踏まえた定量的モデルの構築が重要である。すなわち、本研究では、都市活動と商業活動の相対的な関係から具体的な政策実施効果を算定する。さらに、近年の商業活動の経年的推移から因果関係を明示化し、今後のまちづくり政策の有効性を定量的に把握することを目的とする。

（2）システム思考型モデルの概要

システム思考型のモデルは、システムダイナミクスを基本として構成されている。すなわち、時間経過に伴って変化するシステム（ダイナミック・システム）を数式

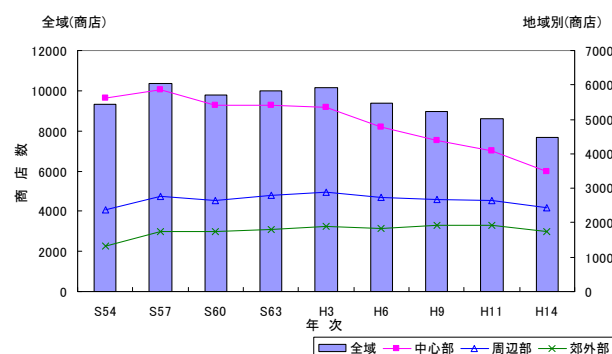


図-3 商業店舗数の経年的推移

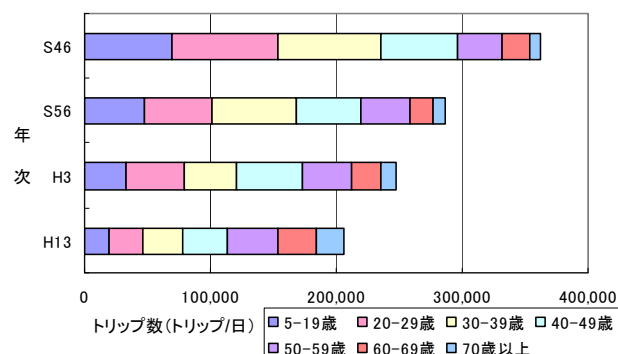


図-4 岐阜市中心部における年齢別集中量の推移

モデルとして表現し、コンピュータの中で仮想的な現実モデルを作成する^{4) 5)}。また作成されたモデルをコンピュータでシミュレーションを行い時間の経過による変化を分析することで、現実の問題に対処するための改善策、解決策を追及していくための手法である。

システム思考型モデルではソフトウェア（STELLA）により、図式（アイコン）で要素間の因果関係を記述することで、数値シミュレーションモデルの自動生成が可能である。「STELLA」は、システムダイナミクス（SD）を利用した汎用シミュレーションと思考支援のためのソフトウェアである。

ユーザーは、アイコンでモデルの要素間の因果関係を記述することができる。そのアイコンの配置に基づいて、数値シミュレーションモデルが自動生成される。このため、要素間の関係把握が容易であり、個々の現象や因果関係を直接的にモデルとして記述できる。具体的には、図-5に示すような因果関係をモデル化している。

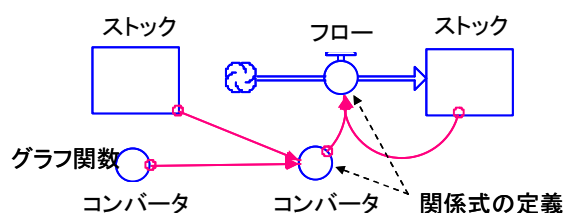


図-5 システム思考モデルの基本構成要素

モデルの基本的構成は、状態を表現する「ストック」と挙動を表現する「フロー」の2種類の変数からなる。

「ストック」は長方形のボックスで表され、各変数の状態（量）を表現しており、「フロー」は変数（ストック）の単位時間あたりの変化量を表す。すなわち、挙動（フロー）により状態（ストック）が変化するので、フローからストックへの作用がある。

一方、状態（ストック）に関する情報に基づいて、挙動（フロー）に関する決定がなされる。すなわち、ストックからフローへの情報の流れが存在する。したがって、モデルの最小単位は、ストックとフローが交互に出現する「フィードバックループ」という形で定式化できる。

図式を用いて表現した全ての論理的・定量的関係は、数式で表現されるので、結果的にはストックとフローからなる連立方程式体系で記述される。

また、「コンバーター」は、直接的にストックの変化量を表現する場合以外にも利用される。すなわち、①ストックを除く要素（フローなど）の具体的な算定構造を示す要因（外生変数）の定義、②時系列データを定義するグラフ関数を構成する要素、③変数間の相互作用を表す関数式の定義など多様な機能がある。したがって、関係式には多様な関数形の利用が可能であり、入出力値の関係を、グラフ関数を用いて表現することもできる。

社会システムの分析には、正と負の2種類のフィードバックループを考えることが必要である。社会システムが有している自己調整のメカニズムは、負のフィードバックループとしてとらえることができる。一方、社会システムが内包している自律的成長および負の循環を引き起こすメカニズムは、正のフィードバックループとしてとらえることができる。したがって、社会システム全体

は、正と負のループが複雑に絡み合った多重のフィードバックループ構造という形で表現できる。

このように、因果関係の特定では、モデルの各部分に対応して、①多様な形式の数式的関係を規定でき、②特定の係数に関してグラフ関数という変化傾向の規定が可能であることから、複雑性の高いモデルが構成できる。したがって、まちづくり政策に関する複雑な因果関係のモデル化のため、システム思考が利用可能である。

3. 都市活動に関するシステム思考型モデルの構築

都市活動の具体的な因果関係をシステム思考型モデルとして構成する。ここではモデルの全体構成と主要なモデル化の視点について簡単に整理する。

（1）都市活動モデルの全体構成

都市活動モデルを構成する変数をつぎのように規定する。都市圏の構造は、中心部・周辺部・郊外部・市外部の4地域に分割した。また都市活動者の属性は、就業年齢人口に対応した検討が可能となるように、高齢者（65歳以上）・中年者（30歳～64歳）・若年者（29歳以下）の3区分を用いる。都市活動の議論においても高齢化を踏まえた活動者の属性が対象の基本となる。

本研究では、まちづくりと都市活動に関する基本的な因果関係として、図-6に示されるように、大別して5種類の推計プロセスを構成している。

ここで、[1]自由目的発生交通量推計においては、現行の年齢階層別の居住人口の推移傾向にしたがって、自由活動数（トリップ数）を算定する過程である。また、①各年齢層の人々が、それぞれ自由活動場所を選択する。

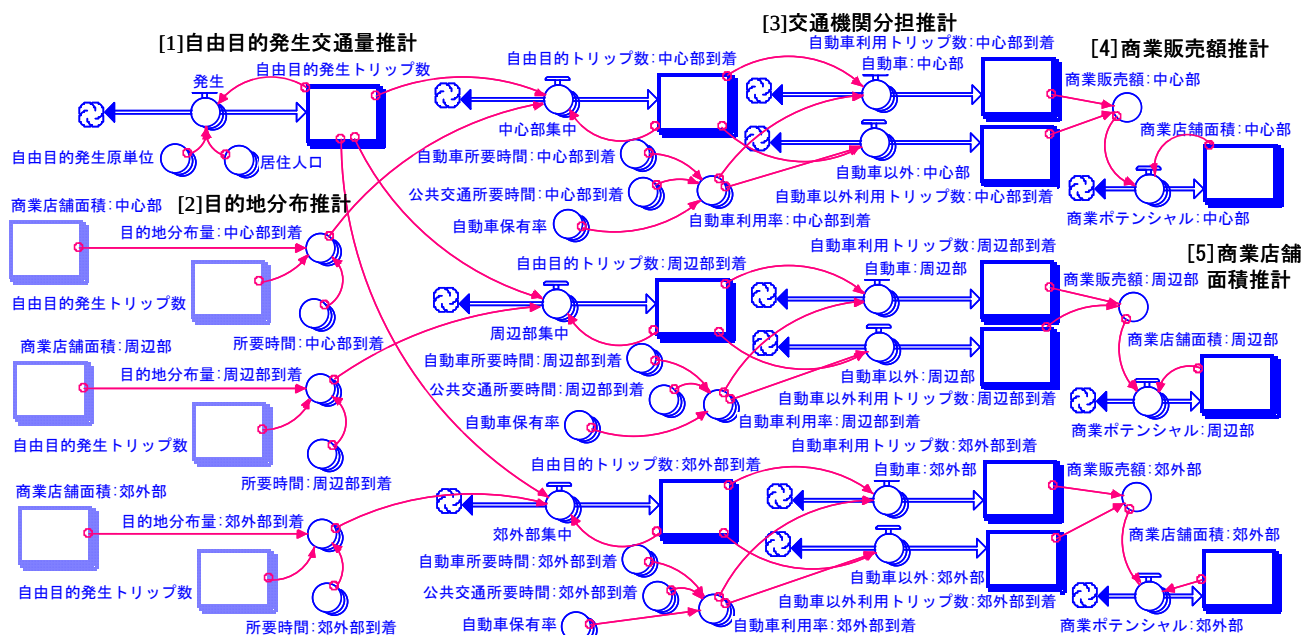


図-6 システム思考モデルの構成

②自動車利用者と公共交通利用者は活動形態が異なる

(自動車利用は徒歩交通の発生が少なく、回遊性は小さい。このため商業販売額、にぎわい程度に影響を与えるため、関連活動の原単位は交通機関別に与える)。

つぎに、[2]目的地分布推計においては、商業地への来訪者の目的地分布を推計する段階である。このとき、①目的地の商業的魅力は商業の店舗数(多様性)を代表する数値として商業地面積を利用する。②来訪者数は、来訪者属性と商業形態(若年者・高齢者の嗜好性)に関係する可能性があるが、本モデルでは区別せず算定を行う。

また、[3]交通機関分担推計においては、公共交通機関と自動車の分担を考える。公共交通機関には徒歩・二輪などの短距離移動を包含している。①年齢属性による利用交通機関を選定する。②すなわち年齢属性により、自動車の利用程度が異なることを基本として推計を行う。ここでは、商業活動の活性化を年齢階層別の都市活動に基づいて検討することを意図している。

また[4]商業販売額推計：本モデルでは商業販売額(小売業)を指標として定量的評価を行う。このとき、①商業活動販売額は、来訪者属性との関係性が大いと考ええる。②また利用交通機関は来訪者の活動形態と関係することから利用交通機関の構成を検討する。

さらに、[5]商業店舗面積推計においては、①商業活動は前年度の商業販売額に応じた商業拡大投資が得られると考える。②地域の商業的活性度の指標とし、一方で地域の商業展開の程度として、商業地面積が算定されと考える。これらの各モデルを包含するシステム思考型モデルでは、[1]～[5]に記載される相互作用のプロセスを時間的な推移にしたがって順次算定する構造となっている。

すなわち、まちづくりの視点からは、①自由活動の増加([1])→②交通利便の増加([3])→③来訪者の増加([2][3])→④にぎわいの増加([3][4])→⑤商業活動増加([4])→⑥商業的魅力の増大([5][1])→①の展開過程が各要素間の構成に内容されている。この構成は、まちづくり政策の中心的部分の定量表現となっているが、その他の視点では、「土地利用変化(人口移動)」「時間的な政策運用」「住民の内発的行動変化」「大規模開発者の行動」などは明示的にモデル化されないため、今後のモデル展開として検討する必要がある。

(2) 都市活動モデルの定式化

上記したモデルの全体構成にしたがって、各都市活動の相互関係を具体的に構成する。[1]～[5]の各モデルについて、主要な定式化と意味を整理する。なお、具体的な変数の構成を表-1に示す。

[1] 自由目的発生交通量推計：

経年的な自由活動の変化を検討するために、PT調査結果から属性別の自由トリップの発生原単位を算定した。

表-1 モデルの基本構成

変数	名称	外生／内生
h_{in}	居住人口	外生
α_{in}	自由目的発生原単位	外生
t_{ij}	所要時間(平均)	外生
t_{ij}^1	所要時間(自動車)	外生
t_{ij}^2	所要時間(公共交通)	外生
f_i	自動車保有率	外生
g_{in}	自由目的発生トリップ数	内生
x_{ijn}	OD分布トリップ数	内生
p_{ijn}	自動車利用率	内生
q_{ijn}^m	利用交通機関別ODトリップ数	内生
y_{jn}^m	利用交通機関別集中トリップ数	内生
w_{jn}^m	商業販売単価(年間)	内生
u_j	商業販売額	内生
z_j	商業店舗面積	内生
i :居住地域, j :自由活動地域, m :交通機関, n :年齢層		

特徴的な観測結果として、高齢層、中年層ともに自由活動の増加が見られる。これらの発生原単位の変化傾向をつぎのように定式化した。

$$g_{in} = \alpha_{in}(t) \cdot h_{in} \quad (1)$$

各属性別の発生原単位の時間的な変化は図-7に示すとおりである。特に高齢者層の増加傾向は顕著である。一方で、中心部居住の若年層は原単位の増加がなく、活動性の変化がみられない。

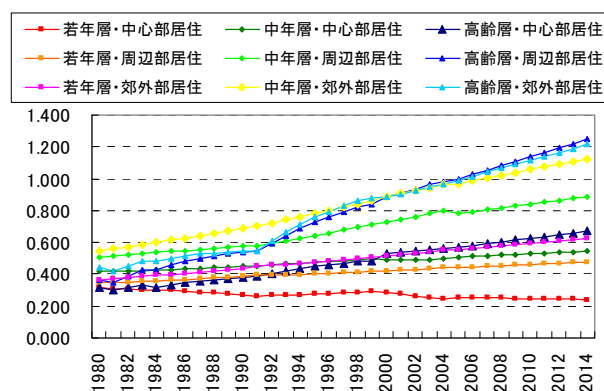


図-7 自由活動発生原単位の変化

[2] 目的地分布推計：

自由活動に関する目的地を選択した結果として、各年齢階層別の i - j ゾーン間の移動(トリップ数)が表現される。このモデルにより、従来の「郊外部→中心部」の移動が、「中心部→郊外部」の移動に推移する状況が再現される。また目的地来訪の魅力度は、商業面積(商業活動の多様性)と空間的位置(所要時間)により空間相互

作用として規定できると考えた。すなわち次式のように定式化される。

$$x_{ijn} = \beta_0 \frac{z_j^{\beta_1} g_{in}^{\beta_2}}{t_{ij}^{\beta_3}} \quad (2)$$

ここで、各パラメータは実績値より推計されている。実際の推計では、交通データに関してPT調査結果を、商業活動に関して商業統計データを利用している。

[3] 交通機関分担推計：

交通機関分担は利用交通手段を発地域の自動車保有率を前提として計測する。パラメータは、PT調査結果から年齢層ごとにパラメータ推計を行った。具体的なパラメータ値として、年齢層別に $\theta_0, \theta_1, \theta_2$ を与える。実際の推計においてはPT調査結果を利用している。これより年齢層別の自動車利用選択構造の相違を表現する。

$$p_{ijn} = \frac{1}{1 + \exp(-\theta_{0n} - \theta_{1n}(t_{ij}^1 - t_{ij}^2) - \theta_{2n} f_i)} \quad (3)$$

$$q_{ijn}^1 = p_{ijn} \cdot x_{ijn} \quad (\text{自動車利用}) \quad (4)$$

$$q_{ijn}^2 = (1 - p_{ijn}) x_{ijn} \quad (\text{公共交通利用}) \quad (5)$$

式(3)のパラメータが設定されると、式(4)(5)を用いて、最終的に各地域に関する利用交通機関別の来訪者数を算定することができる。

[4] 商業販売額推計：

ここでは商業活動に影響を与える来訪者属性として、①年齢階層と②利用交通機関を取り上げた。すなわち、来訪者種別ごとに原単位を実績値より算定し、地域ごとの総和として、次式に示すように定式化する。

$$y_{jn}^m = \sum_i q_{ijn}^m \quad (6)$$

$$u_j = \sum w_{jn}^m \cdot y_{jn}^m \quad (7)$$

すなわち、来訪者の年齢層と回遊性（徒歩交通の場合）により商業販売額が規定されると考えた。すなわち、年齢階層では、商業販売単価が相違し、高齢者の場合は大きい。また公共交通利用は、中心市街地で徒歩回遊行動の可能性が高いが、自動車利用は回遊性の少ない自由活動が多い点をモデル化している。実際の推計では、交通データに関してPT調査結果を、商業活動に関して商業統計データを利用している。表-1に示すように、 w_{jn}^m は内生変数であり、モデル内で規定される。

[5] 商業店舗面積推計：

地域別の商業活動は、各年度の商業販売額の規模に応じて、次年度の投資可能額が決定されると考える。これ

に対応する商業地面積が、地域の魅力を形成すると考える。したがって、この相互関係をつぎのように定義する。

$$z_j(t+1) = \gamma_{0j} + \gamma_{1j} \cdot u_j(t) \quad (8)$$

ここでパラメータ値に関しては経年的データに基づく回帰分析により算定している。実際の推計では、商業活動に関して商業統計データを利用している。

ここでは、主要な個別モデル構造を説明した。システム思考型モデルでは、さらに各モデルの内生パラメータを時間経過ごとに算定し、即時的な算定シナリオの変更に対応できる。したがって、システム思考型モデルの特徴として、①理念的な思考モデルに基づき、フロー・ストック関係を定義し、定量的モデルを導出できる。②モデル作成段階で試行・検証作業が可能で、モデル構造の追加・変更が容易である。③グラフ関数・パルス関数などからフロー・ストックの相互依存関係で非線形性や不確実性を包含したモデル構成が可能である。

今回対象とした「まちづくり政策」の記述モデルにおいても、理念的な計画シナリオが設定されていること、因果関係の中間要因を内生化して取り扱う必要性があること、要因の非線形時間変化を直接的に利用できることなどの点から、システム思考型モデルを導入する意義は大きいものと思われる。

(3) 都市活動モデルの現況再現性

システム思考型モデルにおいては、各種指標の時間変化を推計するモデル構造を規定するため、時系列的パラメータを設定する必要がある。このとき、前項で述べた目的地分布推計（式(2)）、交通機関分担（式(3)）および次年度商業地面積（式(8)）のパラメータに関してデータに基づく推計結果を用いる。これらのパラメータ値を用いた各項目の推計結果を表-2に示す。

表-2 各モデルの推計結果

推計項目		決定係数	RMSE
目的地 分布	若年層	0.921	1646 [trip]
	中年層	0.726	7793 [trip]
	高齢層	0.917	1560 [trip]
交通機関 分担	若年層	0.455	711 [trip]
	中年層	0.383	2010 [trip]
	高齢層	0.721	419 [trip]
商業 店舗 面積	中心部	0.739	20116 [m ²]
	周辺部	0.592	31261 [m ²]
	郊外部	0.680	30908 [m ²]

また、自由活動発生原単位については既存データの傾向を図-7にしたがってグラフ関数として設定している

また、商業販売単価は内生変数として、次式のように定義している。

$$w_{jn}^m = \lambda_n^m \left(\omega_{0j} + \omega_{1j}v + \frac{\omega_{2j}}{\omega_{3j} - v} s_j \right) \quad (9)$$

ここで、 λ_n^m ：販売単価原単位（年齢階層別交通機関別）， v ：消費者物価指数， s_j ：にぎわい度： s_j である．このモデルのキャリブレーションでは、にぎわい度を歩行者数による内生変数として、試行錯誤的にグラフ関数（非線形関数）を設定している．

上記の手順で構成されたシステム思考型都市活動モデルに関して、複数の経年的な実績値に基づいて現況再現性を検討する．図-8は都市活動分布の推計として、年齢階層別の中心部自由活動者の経年的推移を表している．

中心部における若年層・中年層の減少傾向と高齢層の増加傾向が本モデルにおいて高精度に再現されている．また、他地域に関しても同様の手順で算定を行った結果、周辺部・郊外部の自由目的来訪者数についても、高精度に再現されている．（若年層・中年層・高齢層に関するRMSEはそれぞれ、861, 641, 442[人]である．）

同様に各地域の小売商業販売額の推計結果を図-9に示す．周辺部の商業活動の増大が若干過少に算定されているが、全般的には良好な再現結果が得られている．（ここで、中心部・周辺部・郊外部に関するRSMEはそれぞれ、7355, 10797, 12638[百万円]である．）

本研究で示した現況再現結果は、システム思考型の都市活動モデルによって、多数の因果関係を同時決定的に稼動し、時間的推移に基づいて各モデル構成要因の変化を算定したものである．したがって、現実都市（本研究では岐阜市）における既存の経年的な都市活動変化を多方面の複合的な要因を用いて現象記述したことに対応している．したがって、本モデルで規定された要因相互の因果関係を前提として現象解明が可能である．

4. まちづくり政策の定量的影響分析

中心市街地活性化のためのまちづくり政策は、定性的な検討を中心に基本計画が策定され、計画目標が設定される．しかしながら目標数値の現実的な達成可能性や経年的変化を含めた定量的影響分析を踏まえた検討は難しい．そこで本研究においては、まちづくり政策に関する具体的な検討を行った．

（1）まちづくり政策の具体的設定の検討

現在、わが国の多数の地方都市においては、中心市街地活性化を意図して、「まちづくり政策」の議論が行われている⁹⁾．このとき基本的検討事項として、都市構造変化に起因する①モータリゼーションの進展と大規模郊外店舗による郊外求心性への対応、②中心市街地の活動

現象により都市的魅力の減少への対応、③人口誘致・まちなか人口の増大の必要性などが指摘されている⁷⁾⁸⁾．

中心市街地活性化基本計画においては、市町村の実態に応じた「まちづくり政策」として各種の提案がなされている．岐阜市においても、主要なまちづくり政策として、①まちなか居住推進、②公共交通利用促進、③まちなか歩き推進、④商店街振興、⑤都心部産業の誘導、などが検討されている⁹⁾．

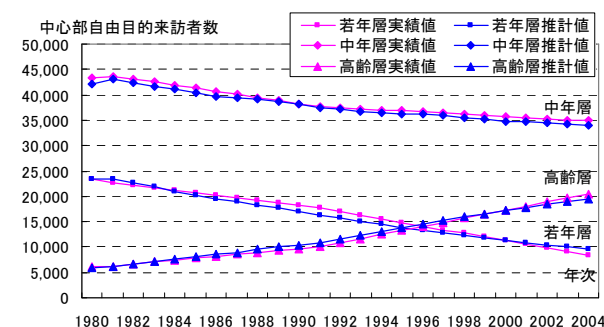


図-8 現況再現結果（中心部自由目的来訪者数）

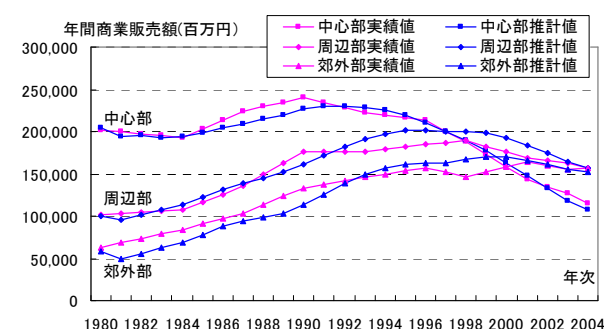


図-9 現況再現結果（商業販売額）

ここでは、まちづくり政策として、①都市構造の視点から「まちなか居住」、②都市交通政策面から「自動車保有抑制」、③商業活性化の意味から「空き店舗減少」

表-3 まちづくり政策の設定

[1] まちなか居住	中心部居住人口増加		
中心部居住人口(人)	若年層	中年層	高齢層
現況(2004年)	18304	33037	22068
政策なし(2014年)	12965	29851	17950
政策あり(2014年)	19359	33535	22230
政策による変化分	+6394	+3683	+4280
[2] 自動車保有抑制	全地域の自動車保有率維持		
自動車保有率(%)	中心部	周辺部	郊外部
現況(2004年)	27.8%	63.5%	67.6%
政策なし(2014年)	28.8%	77.0%	59.6%
政策あり(2014年)	27.8%	63.5%	67.6%
政策による変化分	-1.0%	-13.5%	8.0%
[3] 空き店舗減少	中心部商業店舗面積の増加		
商業店舗面積(m ²)	中心部	周辺部	郊外部
現況(2004年)	304113	268846	242623
政策なし(2014年)	197094	183191	197322
政策あり(2014年)	237094	183191	197322
政策による変化分	+40000	-	-

を取り上げた。これらは現実にも都市政策的に目標値が設定されている。そこで本研究では平成 19 年に策定された「中心市街地活性化基本計画」を参考として、各政策の実行過程を設定する¹⁰⁾。表-3 は 2004 年を初期年次として、各まちづくり政策の 10 年後の目標状況設定を示したものである。

このうち「①まちなか居住」においては、近年の傾向で中心部の居住者数の減少が進行するとして、中心部において新規供給が予定されている共同住宅の戸数に応じて中心部の居住人口を増加させる。具体的には、ファミリー世帯向け住宅には、岐阜市における世帯あたりの平均居住人数 2.7 人が入居し、各年令層の構成比は同一と設定した。また、高齢者世帯向け住宅には、高齢者が平均 1.5 人入居すると設定した。単身者向け住宅には、中年者または高齢者が 1 人入居することとし、各年令層の構成比は同一と設定した。

つぎに、「②自動車保有抑制」では、モータリゼーションの進展を抑制することで、自動車保有率を初期年次の 2004 年の値で維持する設定とした。具体的には、公共交通機関の利用促進と自動車抑制策の実施を意図した設定である。

また「③空き店舗減少」に関しては、中心部の空き店舗を利用して、新規事業者の参入を促進し、店舗面積 40,000m²を活用すると設定した。

このような設定に基づいて、中心市街地活性化における「まちづくり政策」を、システム思考による都市活動モデルを用いて定量的に評価する。

(2) まちづくり政策効果の比較分析

将来のまちづくりシナリオとして、上記の 3 種類の政策プロセスをシステム思考型モデルに導入し、将来推計を実行した。図-10 に各設定に対する商業販売額（小売業）の時間的推移を示した。

たとえば、「まちなか居住」政策の実施では、中心部商業販売額の減少傾向は緩和され、10 年後には、相対的に（政策実施／政策なし＝93,911／87,720＝107％）商業的活性化が期待できる。

また同様に、都心部の賑わいを都心部の徒歩交通で評価する。具体的には、自動車以外の交通手段の利用者から内生的に「歩行者数」を算定する。すなわち、

$$yw_j = \sum_n y_{jn}^2 \quad (10)$$

また歩行者実績値については、PT 調査結果と比較して妥当性を検討している。これより、当該政策の実施によって、111％（＝30,451／27,428）程度の効果が推計される。またさらに、各まちづくり政策を総合的に実行する（同時進行）ことで、将来的な継続的な市街地活性化の推進を期待できることがわかった。このとき、「自動車保有抑制」政策のみの実行では、大きな商業的活性化は

期待できず、総合的な政策実行が必要である点は極めて示唆的結果である。

図-10 に示される 3 種類の個別政策に対する商業販売額増加分の総和（17736 百万円）に対して、総合政策に対する商業販売額増加分（17916 百万円）は大きい。この結果からも、政策を組み合わせた総合的なまちづくり政策が相乗的效果を与えることがわかる。

つぎに、図-11 に各設定に対する中心部における歩行者数の時間的推移を示す。まちなか居住促進、自動車保有抑制、空き店舗減少の各政策ともに、現状より 1,000 人程度低い水準を維持する結果となっている。一方で、各まちづくり政策を総合的に実行する場合には、相乗的な効果により、5,716 人増加する結果が得られた。

つぎに、総合的政策の実施ケースについて、10 年後の自由活動者分布を図-12 に示す。なお、本図における自由活動地点分布は、既存研究の GIS を利用した PT 調査結果の詳細位置の設定結果を利用する²⁾。すなわち、第 4 回 PT 調査（2001）の自由活動分布に基づき、各地域の自由活動推計結果に応じて、空間密度を変更している。これより、まちづくり政策の実施のない場合に比較して、都心部に高密度の集積が顕著に創出されており、にぎわいがある（中心市街地活性化の）状況が想定できる。この状況は、まちなか居住促進、自動車保有抑制、空き店

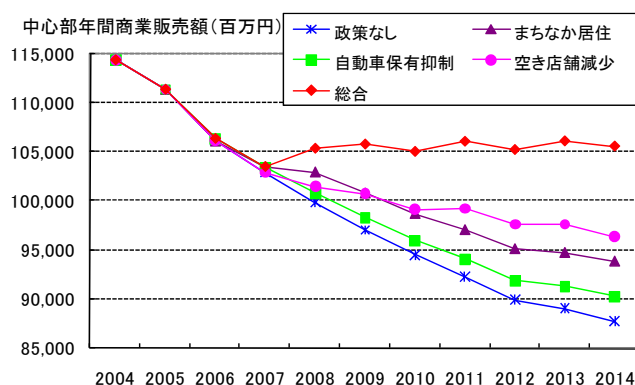


図-10 まちづくり政策の定量評価（商業販売額）

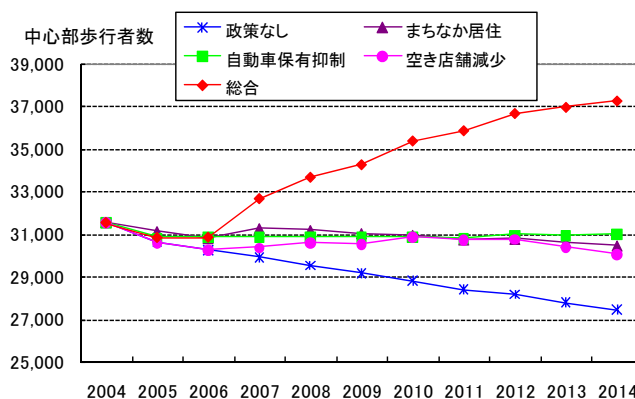


図-11 まちづくり政策の定量評価（歩行者数）

舗減少の相乗効果により、中心部の都市活動者数が約

1.18倍になる結果に対応している。このように、個別のまちづくり政策の有機的な組み合わせを考慮した総合的なまちづくり政策により、中心部の活性化を与えるという可能性が示された。

5. おわりに

本研究では、中心市街地活性化のためのまちづくり政策の定量的な評価を目的として、システム思考モデルを用いた都市活動分析を行った。本研究の成果は以下のように整理できる。

- ① まちづくり政策に関する定性的な議論に対応する全体論的な因果構造モデルをシステム思考型の技術論で作成した。多数の要因相互の局所的な因果関係の総合化によって、高精度な推計が可能な都市活動モデルが構成できた。
- ② 都市活動の時間的な推移に関して、まちづくり政策の定量的な評価が可能となった。特に現行のまちづくり政策の目標値を想定することで、今後の時間的な都市環境の推移に加えて、多面的な都市活動への影響分析が可能となった。
- ③ 個別まちづくり政策を単独で実施する場合には、必ずしも大きな効果を期待できない。一方でまちづくり政策を統合的に実行することで、将来的な中心市街地活性化が期待できるという示唆的な算定結果を示した。

今後、多様性をもつまちづくり政策評価に対するシステム思考型モデルの有効利用を目指して、つぎのような課題が挙げられる。①時間変化や組み合わせを考慮したまちづくり政策シナリオの定量化、②システム思考型モデル内の係数に関する自律的な変化の記述方法を検討する。

また、現実的な「まちづくり政策」の展開にあたっては、政策評価を踏まえた個別政策の具体的な運用方法についての検討が必要である。

最後に、本研究の遂行にあたっては、岐阜市都市経営戦略会議・岐阜市総合交通協議会における「岐阜市中心市街地活性化基本計画」に関連する各方面の議論を参考としている。これらの関係者に対して感謝の意を表します。またパーソントリップ調査結果の適用に関しては中京都市圏総合都市交通計画協議会の御了解を頂いた。ここに記し感謝の意を表する次第です。

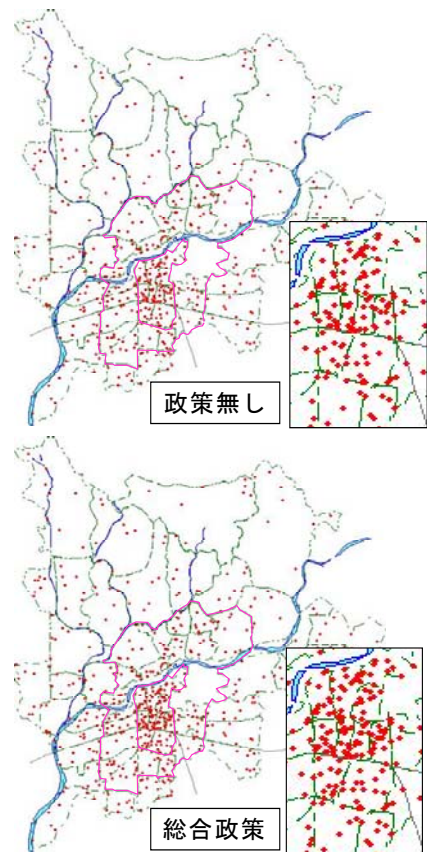


図-12 まちづくり政策の影響比較（自由活動者分布）

参考文献

- 1) 秋山孝正, 奥嶋政嗣：中心市街地活性化を目指したまちづくり政策に関するモデル分析, 土木計画学研究・講演集, Vol. 36, CD-ROM, 2007.
- 2) 秋山孝正, 奥嶋政嗣：人工社会型都市モデルを用いたまちづくり政策の検討, 土木計画学研究・論文集, Vol. 25, No. 3, pp. 709-716, 2008.
- 3) 岐阜市経営管理部統計分析室：岐阜市統計書, 2004.
- 4) Barry M. Richmond：システム思考入門I 教育編, カットシステム, 2004.
- 5) 土金達男：シミュレーションによるシステムダイナミックス入門, 東京電気大出版局, 2005.
- 6) (社)日本建築学会：まちづくり教科書第9巻 中心市街地活性化とまちづくり会社, 丸善(株), 2005.
- 7) 首相官邸：中心市街地活性化本部 web ページ；
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/chukatu/index.html>
- 8) 岐阜市：中心市街地活性化基本計画 web ページ；
<http://www.city.gifu.lg.jp/c/40121127/40121127.html>
- 9) 秋山孝正, 奥嶋政嗣：人工社会型都市モデルによるまちづくり政策の検討, 土木計画学研究・講演集, Vol. 35, CD-ROM, 2007.
- 10) 岐阜市：岐阜市中心市街地活性化基本計画報告書, 2008.

システム思考型モデルを用いたまちづくり政策の定量的評価*

秋山孝正**・奥嶋政嗣***

現在多くの都市で中心市街地活性化のためのまちづくり政策が実施されている。しかしながら、個別のまちづくり政策の将来的な有効性を検証することは難しい。すなわち現実的で効果的なまちづくりのためには、各政策の有効性の定量的把握は重要な課題である。本研究では、都市活動モデルを構築し、まちづくり政策が都市活動に与える影響を実証的な面から定量的に分析する。具体的にはシステムダイナミクスの計算機技術面での拡張形である「システム思考型モデル」を用いて、まちづくり政策に係る要素の複雑な因果関係を定式化する。すなわち都市の経済活動に関する複雑系システムを構成することができ、まちづくり政策の実施に伴う都市活動の時間的変化を推定できる。具体的には、岐阜市を対象として、まちなか居住の推進・中心部商業活性化・モータリゼーション抑制などのまちづくり政策の有効性を商業活動指標値の時間的推移として表現することができた。

Quantitative Assessment of Urban Renewal Policy by System Thinking Model *

By Takamasa AKIYAMA**・Masashi OKUSHIMA***

The urban renewal policies are applied for development of central area in many cities. However, it is difficult to confirm the effective future impact of the individual urban renewal policy. The quantitative assessment of impact of the policy is an important topic for real and effective urban renewal. In the study, urban activity model is established to estimate the quantitative impact of urban renewal policy empirically. The system thinking model is applied as an extension of system dynamics with advanced techniques in computer sciences to formulate the complex interaction between the factors. As a result, the complex system can be proposed to estimate the dynamic change of urban activity with particular urban renewal policies. The effectiveness of urban renewal policies such as increase of residence in central area, commercial development of central area, restriction of motorization can be estimated with time series change of commercial index values.
